

PAT-NO: JP405232265A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05232265 A

TITLE: POSITIONING APPARATUS

PUBN-DATE: September 7, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

IZUMI, MAKOTO

OSANAI, EIJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

CANON INC

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04036574

APPL-DATE: February 24, 1992

INT-CL (IPC): G12B005/00, B23Q001/02 , B23Q003/18 , B23Q005/22

US-CL-CURRENT: 33/1M

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable the positioning of an object to be driven in an arbitrary direction without deforming it.

CONSTITUTION: An object 2 to be driven is inserted into an opening of a surface plate 1. A flange part 2b of the object 2 to be driven is supported at the upper end part of an internal wall of the surface plate 1 in a noncontact manner separately from the directions of x- and y-axes and a static bearing 12 for guiding (x) and a static bearing 1 for guiding (y) are provided. An (x) fixing member 6, a piezoelectric element 3 for driving (x) and a static bearing 9 for driving (x) are fixed sequentially at the lower part of a side wall vertical to the axis (x) out of the internal wall of the surface plate 1 and the lower part of the side wall of the object 2 to be driven is supported in a noncontact manner. Likewise, a (y) fixing member 7, a piezoelectric element 4 for driving (y) and a static bearing 10 for driving (y) are fixed at the lower part of the side wall vertical to the axis (y) out of the internal side wall of

the surface plate 1 while a (z) fixing member 8, a piezoelectric element 5 for driving (z) and a static bearing 11 for driving (z) are fixed on an internal bottom wall of the surface plate 1 and the object 2 to be driven is supported in a non-contact manner on the surface plate 1.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基準面となる一面に開口を有する定盤と、

前記一面に対して任意の向きに位置決めされる被位置決め面を上方に向け、前記被位置決め面が前記一面と平行になるように前記定盤の開口に挿入される被駆動体と、前記定盤の開口の内側壁の、前記定盤の一面と平行な面に含まれかつ互いに直交する2つの軸方向からそれぞれ前記被駆動体を挟む部位に設けられ、前記被駆動体を非接触に支持する第1の支持手段と、

前記被駆動体の底部を非接触で支持する第2の支持手段を介して、前記被駆動体を前記2つの軸に直交する方向に移動させるz軸駆動手段と、

前記被駆動体の側面のうち、前記2つの軸のうちの1つの軸に垂直な面の、前記第1の支持手段により支持される部位とは前記2つの軸に直交する方向に異なる部位を、非接触で支持する第3の支持手段を介して、前記被駆動体を前記1つの軸方向に付勢するx軸駆動手段と、前記被駆動体の側面のうち、前記2つの軸のうちの他の軸に垂直な面の、前記第1の支持手段により支持される部位とは前記2つの軸に直交する方向に異なる部位を、非接触で支持する第4の支持手段を介して、前記被駆動体を前記他の軸方向に付勢するy軸駆動手段とを有することを特徴とする位置決め装置。

【請求項2】 第1の支持手段が、静圧軸受である請求項1に記載の位置決め装置。

【請求項3】 第2の支持手段、第3の支持手段および第4の支持手段が、静圧軸受である請求項1または2に記載の位置決め装置。

【請求項4】 第2の支持手段は、被駆動体の重心軸上で前記被駆動体の底壁を支持する請求項1、2または3に記載の位置決め装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造装置や、精密加工装置や、精密測定装置等、物体の位置決めを高精度で行う必要のある機器に使用される位置決め装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、物体が載置される被駆動体を、基準面に対して垂直方向および傾斜方向に移動させることにより、物体の位置を高精度で位置決めする位置決め装置では、被駆動体が摩擦して移動する機構を用いると、被駆動体の移動開始時のスティックスリップにより被駆動体が振動し、正確な位置決めができないために、被駆動体に摩擦の生じない機構が用いられている。

【0003】図8は、従来の位置決め装置の概略斜視図である。図8に示すように、定盤101には、両端がそれぞれ弾性ヒンジ106に結合された3つの圧電素子105（1つは不図示）によって、略三角板状の被駆動体

102が、その各隅部において支持されている。各圧電素子105は、それぞれ被駆動体102をz軸方向に駆動させるためのものであり、各圧電素子105の両端にそれぞれ弾性ヒンジ106を結合させることで、被駆動体102は、z軸方向に剛、その他の方向に柔に支持される。一方、定盤101に立設された3つの支持部材103には、それぞれ板ばね104の一端部が結合されており、各板ばね104の他端部に被駆動体102の各隅部が結合されている。

10 【0004】以上説明した構成により、各圧電素子105をそれぞれ任意に伸縮させることで、被駆動体102は、定盤101に対してz軸方向およびxy平面に対する傾斜方向に任意に位置決めされる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来例では、被駆動体の位置決めの際に、弾性ヒンジおよび板ばねを弾性変形させるので、それらの弾性変形による反力が被駆動体に作用し、被駆動体を弾性変形させてしまう。被駆動体は十分に剛性があり、その変形量は微小であるが、近年要求されているナノメートル単位の高精度な位置決めにおいては、微小な変形であっても、位置決め精度に影響を及ぼすという問題点がある。

【0006】本発明の目的は、被駆動体を変形させることなく被駆動体を任意の向きに位置決めすることが可能な、位置決め装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の位置決め装置は、基準面となる一面に開口を有する定盤と、前記一面に対して任意の向きに位置決めされる被位置決め面を上方に向け、前記被位置決め面が前記一面と平行になるように前記定盤の開口に挿入される被駆動体と、前記定盤の開口の内側壁の、前記定盤の一面と平行な面に含まれかつ互いに直交する2つの軸方向からそれぞれ前記被駆動体を挟む部位に設けられ、前記被駆動体を非接触に支持する第1の支持手段と、前記被駆動体の底部を非接触で支持する第2の支持手段を介して、前記被駆動体を前記2つの軸に直交する方向に移動させるz軸駆動手段と、前記被駆動体の側面のうち、前記2つの軸のうちの1つの軸に垂直な面の、前記第1の支持手段により支持される部位とは前記2つの軸に直交する方向に異なる部位を、非接触で支持する第3の支持手段を介して、前記被駆動体を前記1つの軸方向に付勢するx軸駆動手段と、前記被駆動体の側面のうち、前記2つの軸のうちの他の軸に垂直な面の、前記第1の支持手段により支持される部位とは前記2つの軸に直交する方向に異なる部位を、非接触で支持する第4の支持手段を介して、前記被駆動体を前記他の軸方向に付勢するy軸駆動手段とを有することを特徴とする。

50 【0008】また、第1の支持手段が、静圧軸受であるものや、第2の支持手段、第3の支持手段および第4の

支持手段が、静圧軸受であるものであってもよい。

【0009】さらに、第2の支持手段は、被駆動体の重心軸上で前記被駆動体の底壁を支持するものであってもよい。

【0010】

【作用】上記のとおり構成された本発明の位置決め装置では、z軸駆動手段を作動させると、被駆動部材は、定盤の基準面に対して垂直方向に移動される。

【0011】また、x軸駆動手段を作動させると、被駆動体は、前記基準面に平行な面に含まれ互いに直交する2つの軸のうちの1つの軸方向に付勢される。一方、被駆動体は、x軸駆動手段により付勢される部位とは、前記基準面に対して垂直方向に異なる部位を、前記2つの軸方向からそれぞれ挟まれるように、第1の支持手段により支持されているので、被駆動体は第1の支持手段により支持されている部位のうち、他の軸部を中心として回転する。このため、被駆動体の被位置決め面は基準面に対して傾斜する。同様に、y軸駆動手段を作動させることで、被駆動体は、x軸駆動手段を作動させた時の傾斜方向と直交する方向に傾斜する。このようにして、z軸駆動手段、x軸駆動手段およびy軸駆動手段をそれぞれ任意に組み合わせて作動させることで、被駆動体の被位置決め面が、基準面に対して任意の向きに位置決めされる。

【0012】また、この位置決めを行うにあたって、被駆動体は第1～第4の支持手段によって非接触に支持されているので、被駆動体が支持方向と異なる方向へ駆動された際に、各支持手段の反力により被駆動体が変形することはない。

【0013】

【実施例】次に、本発明の位置決め装置の実施例について図面を参照して説明する。

【0014】(第1実施例)図1は、本発明の位置決め装置の第1実施例の一部を破断した概略斜視図、図2は、図1に示した位置決め装置の概略平面図、図3は、図1に示した位置決め装置のA-A線断面図である。

【0015】図1、図2および図3に示すように、上端面が基準面1aとなる定盤1は、上面が開放した中空形状の構造体である。ここで、基準面1aと平行な面に含まれ、互いに定盤1の側壁に沿って直交する2つの軸をそれぞれx軸、y軸とし、x軸およびy軸に垂直な軸をz軸とする。定盤1の中空部の底壁中央部にはz固定部材8が固定され、z固定部材8には、z軸駆動手段としてのz駆動用圧電素子5および第2の支持手段としてのz駆動用静圧軸受11が順次固定されている。z駆動用圧電素子5はPZT(ジルコンチタン酸鉛)の積層体等からなり、電圧の印加によってz軸方向に伸縮するように配置されている。また、z駆動用静圧軸受11は、z軸方向に荷重を受けるスラスト型の軸受であり、後述する被駆動体2の重心軸上において被駆動体2の底面を

非接触で支持する。

【0016】定盤1の内側壁のうち、x軸に垂直な2つの面の略中央部の互いに対向する位置には、それぞれx固定部材6が固定されており、各x固定部材6には、それぞれx軸駆動手段としてのx駆動用圧電素子3および第3の支持部材としてのx駆動用静圧軸受9が順次固定されている。また、定盤1の内側壁のうち、y軸に垂直な2つの面の略中央部の互いに対向する位置には、それぞれy固定部材7が固定されており、各y固定部材7には、それぞれy軸駆動手段としてのy駆動用圧電素子4および第4の支持手段としてのy駆動用静圧軸受10が、順次固定されている。

【0017】これら各x駆動用圧電素子3および各y駆動用圧電素子4は、z駆動用圧電素子5と同様であり、各x駆動用圧電素子3はx軸方向に伸縮するように位置され、各y駆動用圧電素子4はy軸方向に伸縮するように配置される。また、各x駆動用静圧軸受9および各y駆動用静圧軸受10も、z駆動用静圧軸受11と同様にスラスト型の軸受であり、各x駆動用静圧軸受9はx軸方向の荷重を受け、各y駆動用静圧軸受10はy軸方向の荷重を受けるものである。

【0018】さらに、定盤1の内側壁のうち、x軸に垂直な2つの内側壁の上端部の互いに対向する位置には、それぞれ各x駆動用静圧軸受9と同様のx案内用静圧軸受12が、各面に2つずつ固定されている。定盤1の内側壁のうち、y軸に垂直な2つの内側壁にも、x軸に垂直な2つの内側壁と同様に、各面に2つずつのy案内用静圧軸受13が固定されている。以上の説明から明らかなように、各x案内用静圧軸受12および各y案内用静圧軸受13で、第1の支持手段が構成される。

【0019】一方、所定の方向に駆動されて位置決めされる被駆動体2は、その上面が被位置決め面2aとなるとともに、上端部にフランジ部2bを有する方形状のものであり、被位置決め面2aを上方向に向け、かつ、被位置決め面aが基準面1aと平行になるように定盤1の中空部に挿入される。被駆動体2が定盤1の中空部に挿入された状態では、被駆動体2の底面がz駆動用静圧軸受11に非接触で支持されるとともに、被駆動体2の各側面が各z駆動用静圧軸受9および各y駆動用静圧軸受10に、そして、フランジ部2bの各側面が各x案内用静圧軸受12およびy案内用静圧軸受13に、それぞれ非接触で支持されるので、被駆動体2は定盤1に非接触で支持されている。

【0020】次に、本実施例の位置決め装置の動作について説明する。

【0021】まず、z駆動用圧電素子5を伸縮させると、z駆動用圧電素子5の伸縮はz駆動用静圧軸受11を介して被駆動体2に伝達され、被駆動体2は、z駆動用圧電素子5の伸縮量に応じてz軸方向に移動する。このとき、z駆動用静圧軸受11は、被駆動体2の重心軸

上で被駆動体2の底面を支持しているので、被駆動体2を不用意に傾かせることなくz軸方向に移動させることができる。

【0022】そして、2つのx駆動用圧電素子3のうち、一方のx駆動用圧電素子3を伸ばすとともに、他方のx駆動用圧電素子3をそれと同じ量だけ縮めると、被駆動体2のフランジ部2bは各x案内用静圧軸受12によって非接触に支持されているので、被駆動体2はx軸方向には移動せず、フランジ部2bを中心として ωy 方向に回転する。同様に、2つのy駆動用圧電素子10のうち、一方のy駆動用圧電素子10を伸ばすととも

に他方のy駆動用圧電素子10をそれと同じ量だけ縮めると、被駆動体2はフランジ部2bを中心として ωx 方向に回転する。

【0023】このようにして、z駆動用圧電素子5、各x駆動用圧電素子3および各y駆動用圧電素子4をそれぞれ任意に伸縮させることで、被駆動体2には非接触で、被駆動体2の被位置決め面2aを、定盤1の基準面1aに対する任意の向きに位置決めすることができる。

このため、被駆動体2の位置決め時に被駆動体2が変形することがなくなり、被駆動体2の高精度な位置決めが可能となる。

【0024】(第2実施例)次に、本発明の位置決め装置の第2実施例について説明する。

【0025】図4は、本発明の位置決め装置の第2実施例の概略平面図であり、図5は、図4に示した位置決め装置のB-B線断面図である。図4および図5に示すように、上端面が基準面21aとなる定盤21は、上面が開放した中空方形形状の構造体であり、定盤21の内側壁には、その全周にわたって凸部21bが形成されている。定盤21の中空部の底壁中央部には、z駆動部材36が固定されている。また、凸部21bの先端面のうち、x軸に垂直な2つの面の、互いに対向する位置にはそれぞれx駆動部材34が固定されており、さらに、凸部21bの先端面のうち、y軸に垂直な2つの面の、互いに対向する位置にはそれぞれy駆動部材35が固定されている。これらz駆動部材36、各x駆動部材34および各y駆動部材35によって、上面が開放した中空方形形状の固定台26が支持されている。

【0026】各x駆動部材34、各y駆動部材35およびz駆動部材36はそれぞれ同じ構成であり、図6に示すように、第一実施例で使用したものと同様の圧電素子38と、圧電素子38の伸縮方向の両端にそれぞれ固定された弾性部材37とで構成される。各弾性部材37は、それぞれ圧電素子38の伸縮方向に沿った断面がH形状であり、一方の弾性部材37が他方の弾性部材37に対して90度回転させた向きに固定されている。そして、一方の弾性部材37が定盤21(図4および図5参照)に固定され、他方の弾性部材37が固定台26(図4および図5参照)に固定されている。このことによ

り、各駆動部材34、35、36はそれぞれ、その伸縮方向には剛に、その他の方向には柔に固定台26を支持している。

【0027】再び、図4および図5を参照して説明する。固定台26の中空部の底壁中央部には、z軸方向の荷重を受けるスラスト型のz駆動用静圧軸受31が固定されている。また、固定台26の中空部の側壁のうち、x軸に垂直な2つの側壁の、互いに対向する位置にはそれぞれx軸方向の荷重を受けるスラスト型のx駆動用静圧軸受29が固定され、y軸に垂直な2つの側壁の、互いに対向する位置にはそれぞれy軸方向の荷重を受けるスラスト型のy駆動用静圧軸受30が固定されている。さらに、定盤21の中空部の側壁の上端部には、第一実施例のものと同様に、x案内用静圧軸受32およびy案内用静圧軸受33が固定されている。

【0028】一方、被駆動体22は、上面が被位置決め面22aとなるフランジ部22bと、フランジ部22bの底面中央部に一体的に設けられた、z軸方向に延びる支持部22cとで構成され、支持部22cは固定台26の中空部に挿入されている。被駆動体22が固定台26の中空部に挿入された状態では、支持部22cの底面はz駆動用静圧軸受31と対向しており、支持部22cの底面がz駆動用静圧軸受31に非接触で支持されるとともに、支持部22cの各側面が各x駆動用静圧軸受29および各y駆動用静圧軸受30に、そして、フランジ部22bの各側面が各x案内用静圧軸受32および各y案内用静圧軸受33に、それぞれ非接触で支持されている。

【0029】次に、本実施例の位置決め装置の動作について説明する。

【0030】まず、z駆動部材36を伸縮させると、固定台26はz軸方向に移動され、固定台26の伸縮はz駆動用静圧軸受31を介して被駆動体22に伝達されるので、被駆動体22は、z駆動部材36の伸縮量に応じてz軸方向に移動する。

【0031】そして、2つのx駆動部材34のうち、一方のx駆動部材34を伸ばすとともに、他方のx駆動部材34をそれと同じ量だけ縮めると、固定台26はx軸方向に移動するが、被駆動体22のフランジ部22bは各x案内用静圧軸受32によって非接触に支持されているので、被駆動体22はx軸方向には移動せず、フランジ部22bを中心として ωy 方向に回転する。同様に、2つのy駆動部材35のうち、一方のy駆動部材35を伸ばすとともに他方のy駆動部材35をそれと同じ量だけ縮めると、被駆動体22はフランジ部22bを中心として ωx 方向に回転する。

【0032】このように、z駆動部材36、x駆動部材34およびy駆動部材35をそれぞれ任意に伸縮させることで、被駆動体22には非接触で、被駆動体22の被位置決め面22aを、定盤21の基準面21aに対する

任意の向きに位置決めすることができるので、被駆動体22の位置決め時に被駆動体22が変形することがなくなる。

【0033】また、各駆動部材34、35、36および各駆動用静圧軸受29、30、31を固定台26に取り付けることで、各駆動部材および各支持手段を1箇所にまとめてユニット化することができ、位置決め装置の組立性やメンテナンス性が向上する。

【0034】(第3実施例)次に、本発明の位置決め装置の第3実施例について説明する。

【0035】図7は、本発明の位置決め装置の第3実施例の断面図である。

【0036】図7に示すように、上面が基準面41aとなる定盤41には、断面視逆凸形状で、かつ方形の貫通孔が形成されている。前記貫通孔の壁面のうち、x軸に垂直な2つの壁面の上端部の、互いに対向する位置には、それぞれx軸方向の荷重を受けるスラスト型のx案内用静圧軸受52が固定されており、前記貫通孔の側壁のうち、x軸およびz軸に互いに直交する軸であるy軸に垂直な2つの壁面の上端部の、互いに対向する位置には、それぞれy軸方向の荷重を受けるスラスト型のy案内用静圧軸受(不図示)が固定されている。また、前記貫通孔の側壁のうち、x軸に垂直な2つの壁面の下端部の、互いに対向する位置には、それぞれ第2実施例で用いたものと同様のx駆動部材54が固定されており、y軸に垂直な2つの壁面の下端部の、互いに対向する位置にも、それぞれ第2実施例で用いたものと同様のy駆動部材(不図示)が固定されている。そして、これら各x駆動部材54および各y駆動部材に、上面が開放した中空方形のリニアモータコイルユニット60が固定支持

されている。リニアモータコイルユニット60には、磁界を発生させるためのコイル61が埋設されているとともに、リニアモータコイルユニット60の内側壁のうち、x軸に垂直な2つの内側壁の互いに対向する位置には、それぞれx案内用静圧軸受52と同様のx駆動用静圧軸受59が固定され、y軸に垂直な2つの側壁面の互いに対向する位置には、それぞれ前記y案内用静圧軸受と同様のy駆動用静圧軸受(不図示)が固定されている。

【0037】一方、定盤41の貫通孔に挿入されて非接触に支持される被駆動体42は、フランジ部42bと支持部42cとを有し、支持部42cに、z軸方向に着磁された磁石62が埋設されている他は、第2実施例のものと同様のものでよいので、その説明は省略する。

【0038】次に、本実施例の位置決め装置の動作について説明する。

【0039】まず、リニアモータコイルユニット60のコイル61に電流を流すと、電磁誘導によりコイル61の回りに磁界が発生し、その磁界の作用で磁石62にはz軸方向の力が働くので、被駆動体42はz軸方向に移

動する。このとき、コイル61に流す電流の向きを変えることによって、被駆動体42の移動方向が変えられる。また、リニアモータコイルユニット60には、被駆動体42のz軸方向の位置を検出するための位置センサ(不図示)が設けられており、位置センサにより検出された信号に基づいてコイル61に流す電流の大きさを制御し、被駆動体42の推力を調整する。

【0040】そして、第2実施例と同様にしてリニアモータコイルユニット60をx軸方向およびy軸方向に移動させることによって、被駆動体42はx軸回りの方向(ω_x 方向)やy軸回りの方向(ω_y 方向)に回転される。このことによって、被駆動体42には非接触で、被駆動体42の被位置決め面42aを、定盤41の基準面41aに対する任意の向きに位置決めすることができる。

【0041】本実施例のように、被駆動体42のz軸方向の駆動をリニアモータコイルユニット60と磁石62とにより行うことで、圧電素子により駆動させる場合に比較して、被駆動体42のz軸方向の移動量を大きくとることができる。また、被駆動体42のz軸方向の支持は、コイル61が発生する磁界の作用により行われるので、z軸方向の支持部材を設ける必要がなくなる。

【0042】本実施例では、z軸駆動手段としてモータコイルユニット60を用いたが、第2実施例で用いた固定台26(図4および図5参照)と同様な固定台を用い、その内底面に圧電素子を設けたものでもよい。また、被駆動体42のz軸方向の移動量を大きくとるための手段は、リニアモータに限らず、ボールねじ機構を用いたものや、てこやリンクによる拡大機構を利用したものでもよい。

【0043】以上説明した各実施例で使用される各支持手段は、静圧軸受に限らず、それぞれ磁気軸受であってもよい。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明の位置決め装置は、定盤に挿入された被駆動体を非接触で支持する第1の支持手段と、第2～第4の支持手段をそれぞれ介して、被駆動体を、定盤の基準面に対して垂直方向および基準面と平行な面に含まれて互いに直交する2つの軸方向に駆動させるための各駆動手段とを有することで、被駆動体には非接触で、被駆動体を任意の向きで位置決めすることができる。その結果、被駆動体の駆動時に、被駆動体を支持する部材からの反力により被駆動体に変形することがなくなり、被駆動体を高精度で位置決めすることができるという効果を奏する。

【0045】また、第1の支持手段を静圧軸受とし、第2～第4の支持手段を静圧軸受とすることで、被駆動体を非接触に支持する手段の構成を簡単にすることができる。

【0046】さらに、第2の支持手段が、被駆動体の重

9

10

心軸上において非駆動体の底面を支持することで、z軸駆動手段による被駆動体の駆動時に被駆動体が不用意に傾かないので、被駆動体をより高精度で位置決めすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の位置決め装置の第1実施例の一部を破断した概略斜視図である。

【図2】図1に示した位置決め装置の概略平面図である。

【図3】図1に示した位置決め装置のA-A線断面図である。

【図4】本発明の位置決め装置の第2実施例の概略平面図である。

【図5】図4に示した位置決め装置のB-B線断面図である。

【図6】図4および図5に示した各駆動部材の拡大斜視図である。

【図7】本発明の位置決め装置の第3実施例の断面図である。

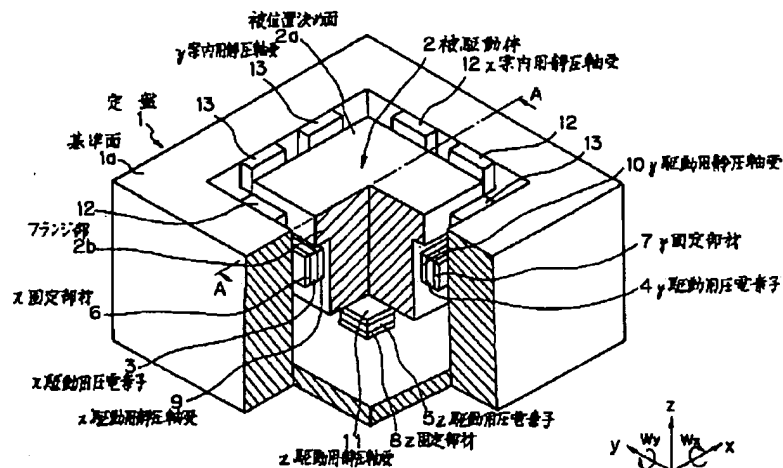
【図8】従来の位置決め装置の一例の概略斜視図である。

【符号の説明】

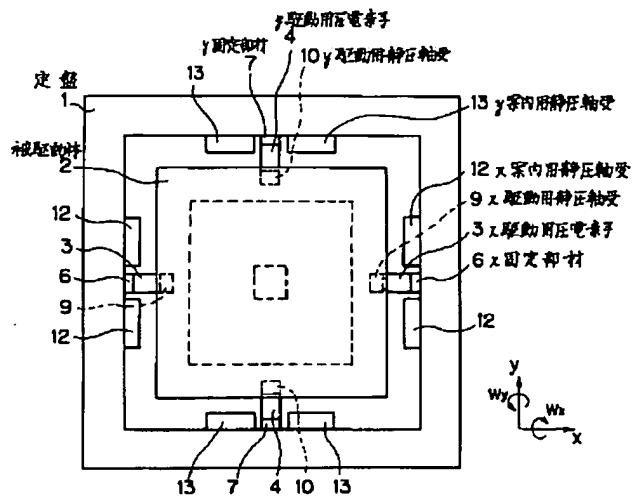
1、21、41 定盤
1a、21a、41a 基準面
2、22、42 被駆動体

2a、22a、42a 被位置決め面
2b、22b フランジ部
3 x駆動用圧電素子
4 y駆動用圧電素子
5 z駆動用圧電素子
6 x固定部材
7 y固定部材
8 z固定部材
9、29、59 x駆動用静圧軸受
10、30 y駆動用静圧軸受
11、31 z駆動用静圧軸受
12、32、52 x案内用静圧軸受
13、33 y案内用静圧軸受
21b 凸部
22c、42c 支持部
26 固定台
34、54 x駆動部材
35 y駆動部材
36 z駆動部材
37 弾性部材
38 圧電素子
60 リニアモータコイルユニット
61 コイル
62 磁石

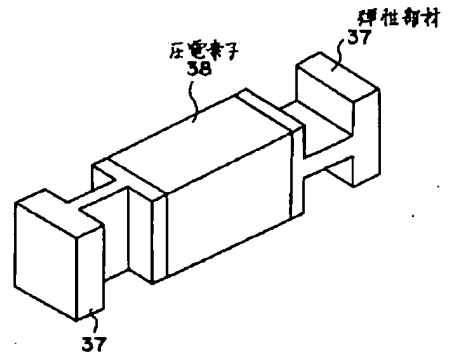
【図1】



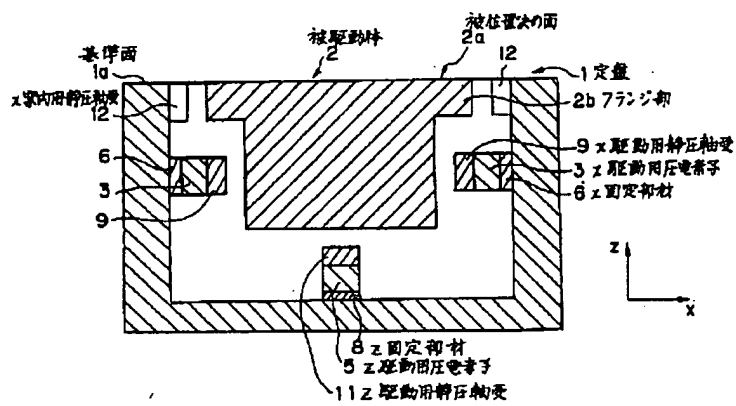
【図2】



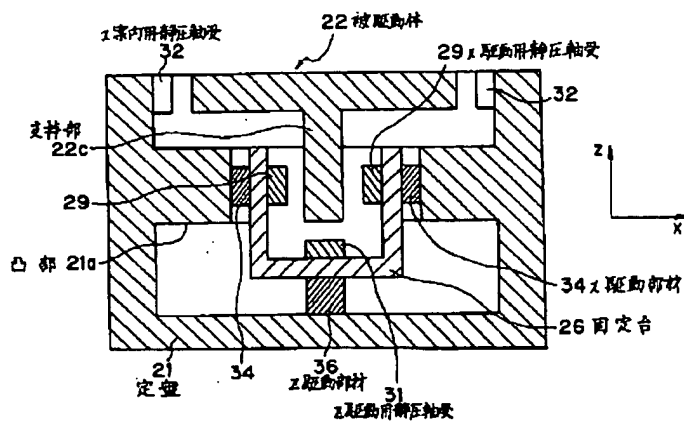
【図6】



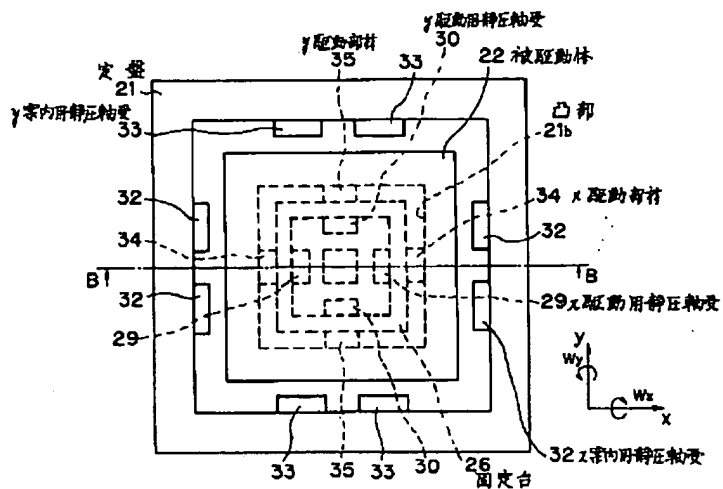
【図3】



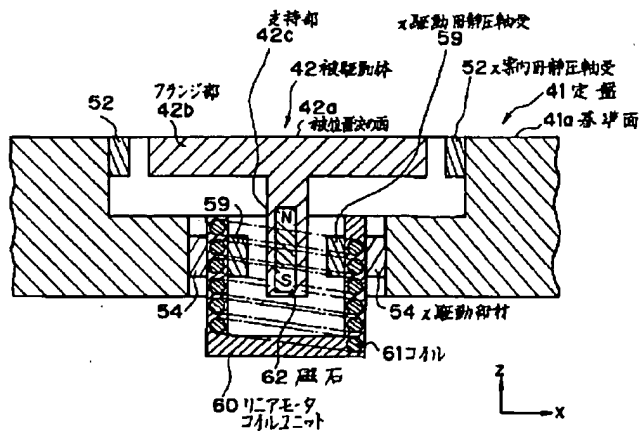
【図5】



【図4】



【図7】



【図8】

